

前期日程

令和5年度入学試験問題（前期日程）

化 学

（理 工 学 部）

—— 解答上の注意事項 ——

1. 「解答始め」の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は全部で7ページあります。落丁、乱丁又は印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせなさい。
3. 解答紙4枚と計算紙1枚は、糊付けされています。「解答始め」の合図があったら、初めにすべての用紙を丁寧に切り離しなさい。上手に切り離せない場合や誤って破いてしまった場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. 問題は①から④まで4問あります。解答は、必ず解答紙の指定された箇所に記入しなさい。
5. 計算問題においては、計算式も記述しなさい。
6. 計算問題を解答する場合には、有効数字に注意し、必要があれば四捨五入しなさい。
7. 解答しない問題がある場合でも、解答紙4枚すべてを提出しなさい。
8. 試験終了後、問題冊子と計算紙は持ち帰りなさい。

問題訂正

監督者は、受験者に対して問題訂正があることを口頭で伝え、太枠内を板書してください。板書が見えないと申告した受験者には、この文書の太枠内を見せてください。

科目名：化学

対象学部：理工学部

7 ページ の 4 (7) 1 行目

(誤)

水酸化ナトリム水溶液を

(正)

水酸化ナトリウム水溶液を

内容を入力した後に下線は削除すること

化 学

必要があれば，原子量および定数は以下の値を使いなさい。

H 1.0

C 12

O 16

Fe 56

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算過程も書き、有効数字2桁で答えなさい。また、 27°C の水の飽和蒸気圧は $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、気体は理想気体としてふるまうものとする。

- (1) 一定圧力のもとで液体を加熱すると、温度が高くなるにつれて蒸気圧の値が大きくなる。蒸気圧が外圧に等しくなると、液面ばかりでなく、液体内部からも激しく蒸発が起こるようになる。この現象の名称(A)を答えなさい。また、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の大気圧のもとで、水、ジエチルエーテルおよびエタノールのうち、最も低温で上記の(A)の現象が起こる物質(B)を答えなさい。
- (2) シリンダーとピストンからなる密閉容器の内部を真空にした。そこへ少量の液体を入れ、一定温度下でピストンをゆっくり動かすことにより容器内の体積を減少させた。このとき、容器内の液体の蒸気圧は増加するか、減少するか、あるいは一定であるか、答えなさい。
- (3) (2)と同様の操作により、水 3.6 g をシリンダーとピストンからなる真空の密閉容器に入れ、ピストンを固定して体積を 8.3 L、温度を 27°C に保った。液体の体積は無視できるものとする。このとき、液体として存在している水の質量を求めなさい。
- (4) (3)において、ピストンを動かして、 27°C のまま体積を 166 L にした。このときの容器内の圧力を求めなさい。
- (5) 30°C の水 36 g を加熱し、すべてを 100°C の水蒸気にするために必要な熱量を求めなさい。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、 100°C における水の蒸発熱を $41 \text{ kJ}/\text{mol}$ とする。
- (6) 水に溶けない未知気体を水上置換で捕集したところ、 27°C 、 $1.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 150 mL の体積として捕集され、その質量は 0.35 g であった。未知気体の分圧(A)を求めなさい。また、分圧(A)を用いて、未知気体の分子量(B)を算出なさい。

2 鉄の単体とその化合物に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

鉄は周期表の第 周期の 8 族の元素である。地殻中に酸化物や硫化物として含まれ、O, Si, の次に多く存在する。

単体の鉄は、灰白色の金属で、結晶格子は配位数が 8 の であり、密度は 7.9 g/cm^3 である。①単体の鉄は、希硫酸と反応して溶けて水素を発生するが、②濃硝酸中では反応が鉄の内部にまで進行しない。工業的には、 Fe_2O_3 を主成分とする赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石などを溶鉱炉に入れ、コークスから生成する③一酸化炭素で Fe_2O_3 を還元することにより鉄が得られる。こうして得られた鉄は と呼ばれ、約 4% の炭素や不純物を含んでおり、鋳物などに使われる。さらに、 を転炉で融解して酸素を吹き込むと、炭素の含有量が 0.02~2% の が得られ、建築材料やレールなどに使われる。また、④Al の粉末と Fe_2O_3 を混合して点火すると遊離した鉄の単体を得ることができる。この方法を 法という。

鉄の化合物は触媒としても利用される。過酸化水素水は常温では分解しにくいですが、 FeCl_3 水溶液を少量加えると⑤過酸化水素の分解反応が急速に進む。また、 Fe_3O_4 を触媒としてアンモニアを工業的に生産する方法は 法として知られている。

- (1) 上記の文章中の ~ にあてはまる適切な語句や数値、記号などを答えなさい。
- (2) 下線部①の化学反応式を書きなさい。
- (3) 下線部②の理由を説明しなさい。
- (4) 下線部③の化学反応式を書きなさい。
- (5) 下線部④の化学反応式を書きなさい。

(6) 下線部⑤の化学反応式を書きなさい。

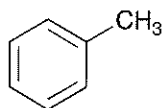
(7) 一辺が 10 cm の立方体の単体の鉄中に、何個の鉄原子が含まれているか有効数字 2 桁で答えなさい。なお、計算式も書くこと。

3 滴定に関する次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。ただし、計算においては、計算過程も書きなさい。酢酸の電離定数は $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ とし、電離度 α は1より十分に小さいものとする。また、必要であれば $\sqrt{2.7} = 1.64$, $\sqrt{5.4} = 2.32$, $\log_{10} 1.64 = 0.215$, $\log_{10} 2.32 = 0.365$ を用いなさい。

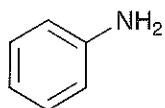
濃度がわからない酢酸水溶液10.0 mLをビーカーにとり、指示薬を数滴加えたのち、25.0°Cにおいて、①0.100 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。②中和点までに20.0 mLの水酸化ナトリウム水溶液が必要であった。また、ビーカー中の水溶液のpHを測定したところ、③滴定をはじめてから水酸化ナトリウム水溶液を10.0 mLほど滴下したあたりまではpHの変化が小さかった。

- (1) 下線部①について、水酸化ナトリウム水溶液を滴下するために適切な器具の名称を1つ答えなさい。
- (2) 下線部②について、酢酸水溶液のモル濃度を有効数字3桁で計算しなさい。
- (3) 水酸化ナトリウム水溶液を滴下する前の酢酸水溶液が示すpHを小数第1位まで答えなさい。
- (4) 下線部③のpHをほぼ一定に保とうとするはたらきの名称(A)とそれに関与する原理の名称(B)を、それぞれ答えなさい。
- (5) 中和点でのpHは7.0より低いか、高いか答えなさい。それを説明するのに最も適切な電離平衡の反応式を1つ答えなさい。
- (6) この滴定において中和点を知るために適切な指示薬を1つ答えなさい。

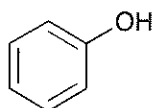
- 4 以下の化合物 A~D の混合物のジエチルエーテル溶液があり、これらの化合物の分離を試みた。以下の問いに答えなさい。



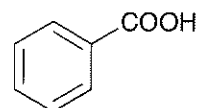
A



B



C



D

- (1) 化合物 A~D の名称を書きなさい。
- (2) 化合物 D 1.0 g を完全燃焼したときに発生した気体を (a) 塩化カルシウム管，続けて (b) ソーダ石灰管に吸収させたとき，それぞれの管の増加した質量を計算しなさい。なお，計算式も書くこと。
- (3) 混合溶液を希塩酸と一緒に振り混ぜ，静置すると二層に分かれた。水層は上か下か書きなさい。
- (4) (3)において，水層とエーテル層を分離するために用いられる器具の名称を書きなさい。また，そのスケッチを描きなさい。
- (5) (3)の水層中に存在する主な有機化合物のイオンの構造式を書きなさい。また，その理由を 50 字以内で書きなさい。
- (6) (3)のエーテル層を分離し，これに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ，静置すると二層に分かれた。水層を分離し，希塩酸で酸性にすると，白色沈澱が生じた。この沈澱の構造式を書きなさい。
- (7) (6)の操作で得られたエーテル層に，水酸化ナトリウム水溶液を加えて振り混ぜ，静置すると二層に分かれた。エーテル層を分離し，慎重に蒸留すると得られる主な化合物は A~D のうちどれか書きなさい。